

**DOCUMENTACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE TÉCNICAS ANALÍTICAS PARA EL
LABORATORIO DE AGUAS DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL DE LA UNIVERSIDAD LIBRE**



RUBY LILIANA DIAZ HURTADO Cod. 64004001

NURY MILDRETH VANEGAS RICO Cod. 64002030

**UNIVERSIDAD LIBRE DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL
BOGOTÁ D.C.
2005**

**DOCUMENTACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE TÉCNICAS ANALÍTICAS PARA EL
LABORATORIO DE AGUAS DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL DE LA UNIVERSIDAD LIBRE**



PROYECTO No. 383-564

**RUBY LILIANA DIAZ HURTADO Cod. 64004001
NURY MILDRETH VANEGAS RICO Cod. 64002030**

**PROYECTO DE GRADO PRESENTADO COMO PRERREQUISITO PARA
OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL**

**DIRECTOR:
PEDRO MIGUEL ESCOBAR**

**UNIVERSIDAD LIBRE DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL
BOGOTÁ D.C.
2005**

**DOCUMENTACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE TÉCNICAS ANALÍTICAS PARA EL
LABORATORIO DE AGUAS DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL DE LA UNIVERSIDAD LIBRE**

NUMERO DEL PROYECTO: 383-564

RESUMEN

En la mayoría de casos, para la obtención de unos buenos niveles de calidad dentro de la diversidad de actividades desarrolladas en el laboratorio es necesario implementar medidas que puedan dar un resultado confiable, en éste trabajo se efectuó la documentación y la validación de los métodos para determinación de los siguientes parámetros físico-químicos: Aceites y Grasas, Cloruros, Acidez, Alcalinidad, Sólidos Sedimentables, Sólidos Disueltos Totales, Sólidos en Suspensión Totales, Sólidos Totales, DBO5, DQO, pH, Conductividad, Turbidez, Dureza y Oxígeno Disuelto El trabajo se realizó como parte del montaje que se llevará a cabo del laboratorio de análisis de aguas para ejecutar pruebas ambientales cuyos resultados sean confiables, representativos y estén de acuerdo a estándares internacionales como los protocolos del Standart Methods. En el proceso de validación de cada una de las metodologías se determinaron los valores para los parámetros físico – químicos que están enmarcados dentro de procedimientos de operación estándar permitiendo comprobar los métodos analíticos y junto con los equipos y materiales tener u efecto sobre la exactitud o validez de los ensayos . En conclusión, se aportó y registró la evidencia objetiva necesaria para demostrar que los métodos validados cumplen los niveles de rendimiento establecidos por POE's del laboratorio y aseguran que los métodos son adecuados para su aplicación en el análisis de aguas, bajo las condiciones particulares y requerimientos del laboratorio de análisis de aguas del Departamento de Ingeniería Ambiental de la Universidad Libre de Colombia.

PALABRAS CLAVES

Estándar

Parámetros

Procedimientos De Operación Estándar

Métodos Analíticos

Validación

ABSTRACT

In most of cases, for obtaining some good levels of quality inside the diversity of activities developed in the laboratory, it is necessary to implement measures that can give a reliable result, in this work it was made the documentation and the validation of the methods for determining of the following physical-chemical parameters: Oil and Fatty, Chlorides, Acidity, Alkalinity, Solid Settle, Total Dissolved Solids, Solids in Suspension Totals, Total Solids, DBO5, DQO, pH, Conductivity, Turbidity, Hardness and Oxygenate Dissolved. The work was done like part of the assembly that will be carried out of the laboratory of analysis of waters to execute environmental tests whose results are reliable, representative and be according to the international standard as the protocols of the Standard Methods. In the validation process of each one of the methodologies the values were determined for the parameters physique - chemical that are framed inside procedures of standard operation allowing to check the analytic methods and together with the equipments and materials to have an effect about the accuracy or validity of the rehearsals. In conclusion, it was contributed and it registered the necessary objective evidence to demonstrate that the validated methods complete the established yield levels for POE's of the laboratory and they assure that the methods are adapted for their application in the analysis of waters, under the particular conditions and requirements of the laboratory of analysis of waters of the Department of Environmental Engineering of Universidad Libre de Colombia.

KEY WORDS

Validation

Standard

Parameters

Analytic methods

Procedures of Standard Operation

Nota de aceptación

Jurado

Jurado

Bogotá D.C. Agosto de 2005

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	VI
LISTAS DE TABLAS	VII
LISTAS DE SIGLAS	VIII
GLOSARIO	I X
1. METODOLOGÍA DE ELABORACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN.....	14
2. PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN ESTÁNDAR “POE”	17
2.1 PROTOCOLO DE ELABORACION DE LOS POE	18
3. PROTOCOLO DE FUNCIONAMIENTO DE EQUIPOS	22
4. CONCLUSIONES	27
5. RECOMENDACIONES	32
BIBLIOGRAFÍA	33
INFOGRAFIA	34
ANEXOS	
ANEXO 1 Procedimientos de Operación de Estándar	
ANEXO 2 Formatos de Determinación de Parámetros	
ANEXO 3 Procedimientos de Manejo de Equipos	
ANEXO 4 Fichas Técnicas de Equipos	
ANEXO 5 Registro de Mantenimiento de equipo	
ANEXO 6 Instructivo Lavado de Material	

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas los análisis de calidad de agua han tomado mayor relevancia; una de las razones de éste cambio, es la conciencia ambiental que ha venido aumentando gracias a las nuevas generaciones, como consecuencia del deterioro de los recursos naturales, especialmente del agua, que es uno de los recursos que más afecta la vida cotidiana del ser humano.

En la comunidad científica se han realizado múltiples pruebas con el fin de mejorar la calidad del recurso, para ello se han estandarizado procedimientos de operación, cuyos resultados brindan un mayor grado de confiabilidad, esto quiere decir, que pruebas que pueden realizarse a nivel nacional se pueden hacer en cualquier lugar del mundo con la misma metodología, obteniendo datos igual de válidos.

Es nuestro propósito contribuir al desarrollo integral de la universidad, basados en métodos y procedimientos recomendados por el “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”, Edición 19 de 1995, en donde por medio de estas metodologías se puede caracterizar cualitativa y cuantitativamente las muestras de agua que puedan ser recibidas en el laboratorio, tanto para labor pedagógica, como experimentación y comprobación de la calidad de agua de cualquier usuario. Para ello se han descrito los protocolos estándares más comunes para la determinación del estado del agua y junto con manuales de funcionamiento de equipos inmersos en los procesos, se ha documentado como se debe llevar cabo el análisis de aguas.

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Tipo de documento	14
Tabla 2 POE's.....	15
Tabla 3 Codificación de Equipos.....	15
Tabla 4 Codificación de Mantenimientos.....	16
Tabla 5 Codificación de Instructivo.....	16

LISTA DE SIGLAS

APHA	: Asociación Americana de la Salud Pública.
AWWA	: Asociación de los Trabajos de Agua del Americano.
DBO	: Demanda Bioquímica de Oxígeno.
DQO	: Demanda Química De Oxígeno
EDTA	: Solución estándar de ácido etilendiaminotetracético disódico trihidratado (grado reactivo analítico).
FAS	: Sulfato Ferroso Amónico.
mg/L	: Miligramos por Litro.
OD	: Oxígeno Disuelto.
POE	: Procedimiento de Operación Estándar.
ppm	: Partes por millón.
SDT	: Sólidos Disueltos Totales.
ST	: Sólidos Totales.
SST	: Sólidos Suspendidos Totales.
WEF	: Federación del Ambiente del Agua.
FTU / NTU	: Unidad nefelométrica.

GLOSARIO

A

Aceites y Grasas

Es cualquier material recuperado como sustancia soluble en solvente, incluyendo otro material extraído por el solvente de una muestra acidificada (como compuestos de sulfuro, tintas orgánicas y clorofila) que no se volatiliza durante la extracción.

Acidez

Es la capacidad cuantitativa de reaccionar con una base fuerte a un pH determinado. La medición del valor puede variar significativamente con el punto final del pH usado en la determinación. La acidez es una medición de una propiedad total del agua y puede ser interpretada en términos de sustancias específicas sólo cuando se conoce la composición química de la muestra.

Alcalinidad

La alcalinidad de un agua es su capacidad ácido-neutralizante. Es la suma de todas las bases titulables. La medición del valor puede variar significativamente con el punto final del pH usado en la determinación. La alcalinidad es una medición de una propiedad agregada del agua y puede ser interpretada en términos de sustancias específicas sólo cuando se conoce la composición química de la muestra.

Análisis Físico – Químico

Son aquellas pruebas de laboratorio que se efectúan a una muestra para determinar sus características físicas, químicas o ambas.

C

Calibración

Es aquel conjunto de operaciones con las que se establece, en unas condiciones especificadas la correspondencia entre los valores indicados en el instrumento, equipo o sistema de medida, o por los valores representados por una medida materializada o material de referencia, y los valores conocidos correspondientes a una magnitud de medida o patrón, asegurando así la trazabilidad de las medidas a las correspondientes unidades básicas del Sistema Internacional (SI) y procediendo a su ajuste o expresando esta correspondencia por medio de tablas o curvas de corrección.

Cloruros

Sal del ácido clorhídrico, combinación del cloro con un metal o un radical orgánico.

Conductividad

Medida de la capacidad de una solución acuosa para conducir una corriente eléctrica; depende de la presencia de iones, su concentración total, movilidad, valencia, concentración relativa y la temperatura de medición.

D

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

Es una prueba empírica en la cual se utilizan procedimientos estandarizados de laboratorio (Incubación por 5 días a 20 ± 1 °C) para determinar los requerimientos relativos de oxígeno de aguas superficiales, subterráneas, residuales domésticas e industriales, efluentes y aguas polutas.

Documentación

La documentación sirve para identificar y relacionar un documento o conjunto de documentos, con el cual se pretende sustentar un procedimiento o para acreditar alguna condición.

Dureza

Es la suma de las concentraciones de calcio y magnesio, ambas expresadas como carbonato de calcio en mm/L.

E

Estándar

Tipo, modelo, patrón o nivel.

G

Gravimetría

Técnica de análisis cuantitativo que permite calcular la cantidad de una sustancia por el peso de un precipitado derivado de ella, de formula conocida.

L

Lavado del Material

Limpieza que se efectúa bien sea por medios manuales o con maquina, a todos los materiales y/o utensilios de vidrio, de porcelana y de plástico procurando que sea completa y que no queden residuos tóxicos de detergentes u otros materiales empleados en la limpieza. La temperatura de lavado se recomienda estar entre 70 a 75°C.

O

Oxígeno disuelto

El término “oxígeno disuelto” se refiere solamente a la cantidad de gas oxígeno que esta actualmente disuelto y de ninguna forma se refiere al oxígeno combinado presente en la molécula de agua.

P

pH

Es el logaritmo negativo de la concentración de iones de hidrógeno

POE (Procedimiento de Operación Estándar)

Un procedimiento de operación estándar (POE) busca documentar las actividades secuenciales de tipo técnico y administrativo para hacer más fácil la consecuencia de un propósito del laboratorio con calidad e integridad.

Procedimiento Analítico

Método de ejecución que consiste en la separación de las partes de un todo hasta llegar a conocer sus principios o elementos.

M

Muestra

Conjunto de elementos seleccionados estadísticamente como representativos de una población.

S

Sólidos Sedimentables

Es el término aplicado al material en suspensión sedimentable en un determinado periodo de tiempo. La prueba volumétrica requiere únicamente un Cono Imhoff.

Sólidos, Suspendidos y Disueltos

Se usan en reemplazo de los términos residuo, no filtrable y filtrable. Sólidos se refiere a la materia suspendida o disuelta en agua y aguas residuales. Pueden afectar desfavorablemente la calidad del agua y efluentes en varias formas; aguas con altas cantidades de sólidos disueltos generalmente son de aceptabilidad inferior y pueden inducir reacciones fisiológicas indeseables en el consumidor; por estas razones, para aguas potables es deseable un límite de 500 mg de sólidos disueltos por litro.

Sólidos totales

Es el término aplicado al material residual que queda en el envase después de la evaporación de la muestra y sus subsecuentes secados en estufa a una temperatura definida. Los sólidos totales incluyen los sólidos suspendidos totales que son la porción de sólidos totales retenidos por un filtro, y los sólidos disueltos totales que son la porción que pasa a través del filtro.

T

Turbidez

Es una expresión de la propiedad óptica de un agua que causa que la luz se disperse y absorba en vez de transmitirse en línea recta a través de la muestra. Esta turbidez es producida por materias en suspensión, como arcilla, cieno o materias

orgánicas e inorgánicas finamente divididas, compuestos orgánicos solubles coloreados, plancton y otros microorganismos.

V

Volumetría

Técnica de análisis cuantitativo mediante la que se determina la cantidad de una sustancia disuelta a partir del volumen de una disolución valorada, añadiendo hasta el punto de equivalencia. La disolución valorada ha de reaccionar de forma estequiométrica con la sustancia a valorar.

1. METODOLOGÍA DE ELABORACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN

Para su fácil ubicación dentro del sistema de calidad estos documentos se encuentran identificados por un código único que consta de ocho caracteres, el primero tiene tres caracteres unidos por un guión a cinco caracteres más, como se muestra en el ejemplo: **LAP- AC001**. Los dos primeros caracteres son letras que identifican que pertenece al laboratorio de aguas, la siguiente letra denota el tipo de documento (como se muestra en la siguiente tabla):

Tipo de documento	Abreviatura
Procedimientos de operación estándar	P
Procedimientos de manejo de equipos	E
Formatos	F
Registros	R
Instructivos	I

Tabla No. 1 Tipo de documento

Después del guión están las iniciales de proceso que se desarrollará:

Para técnicas analíticas, se utilizaron las iniciales del proceso:

Técnica Analítica	Abreviatura	Número
Acidez	AC	001
Aceites y grasas	AG	002
Alcalinidad	AL	003
Cloruros	CL	004
Conductividad	CO	005
Dureza	DU	006
DBO	DB	007

DQO Abierto	DA	008
DQO Cerrado	DC	009
Oxígeno Disuelto	OD	010
PH	PH	011
Sólidos Totales	ST	012
Sólidos Sedimentables	SE	013
Sólidos Suspendidos Totales	SS	014
Sólidos Disueltos Totales	SD	015
Turbidez	TU	016

Tabla No. 2 POE's

Para Equipos, se utilizaron las iniciales de cada uno:

Equipo	Abreviatura	Número
Centrífuga	CE	001
Conductímetro	CO	002
Desionizador	DE	003
Destilador	DS	004
Floculador	FL	005
Fotómetro	FO	006
Horno	HO	007
Mufla	MU	008
Oxímetro	IN	009
Oxítop	OX	010
Potenciómetro	PO	011
Termoreactor	TE	012
Turbidímetro	TU	013

Tabla No. 3 Codificación de Equipos

Para mantenimiento, por ser un registro, la letra "R" y luego la abreviatura "MN":

Registro de mantenimiento	MN	001
---------------------------	----	-----

Tabla No. 4 Codificación de Mantenimientos

Para lavado de material, por ser un instructivo, la letra “I” y luego la abreviatura “LM”:

Instructivo de lavado de material	LM	001
-----------------------------------	----	-----

Tabla No. 5 Codificación de Instructivo

Para los anteriores procesos, luego va seguido por la numeración de tres dígitos que identifica el consecutivo a que corresponde el proceso.

Para evitar estar modificando toda la documentación referente cada vez que se cambie de versión un documento en el presente manual y demás documentos donde se cite un código de documento se ubicó la versión en otra casilla, entendiéndose que al buscarlo, este debe ser la última versión editada y vigente.

El personal de laboratorio debe ser el responsable de asegurar que toda esta documentación sea debidamente controlada, verificando que: se identifique por el código adecuado, tenga la fecha de aprobación y el numero de versión, se revise por el personal autorizado dentro del período de tiempo establecido para su aprobación, esté disponible en el lugar donde se efectúa el trabajo, y cuando se considere obsoleta salga de circulación.

Un documento cambia de versión cuando alguien del laboratorio identifica una inconsistencia entre el procedimiento descrito en el POE y lo que realmente se realizó y documentó en la validación de una metodología analítica. Estas observaciones son informadas al personal de laboratorio quién realizará la respectiva revisión y dependiendo la observación se realiza un nuevo documento corregido que pasará al director del laboratorio para su aprobación y autorización del cambio de versión.

2. PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN ESTÁNDAR POE

Los procedimientos de operación estándar son documentos que sirven de guía, a la persona interesada en realizar una actividad específica dentro del campo de cobertura del laboratorio y en particular en el análisis de aguas. Están escritos en modo imperativo y en forma cronológica de tal manera que la persona que use el POE pueda seguir paso a paso una actividad sin omitir acciones y sin dar origen a errores. Un POE es específico para el laboratorio con el fin de garantizar que las actividades estén descritas de una forma consecutiva y precisa.

Todas las metodologías analíticas que se realizaron para el laboratorio de análisis de aguas están documentadas en su respectivo POE. En este manual se encuentran los POE referentes a los métodos de análisis junto con los demás POE de equipos, que hacen parte de la conformación de la documentación del laboratorio.

El personal del laboratorio es el encargado de mantener completo y actualizado este manual y de distribuir las copias controladas según se requiera.

La plantilla para la construcción de los POE's de equipos, contiene un encabezado que consta de una tabla de tres columnas por dos filas.

Las tres celdas de la parte superior contienen en su respectivo orden: el escudo de la universidad, la clase de documento que pertenece y el código respectivo, como se muestra a continuación:

	PROCEDIMIENTO DE MANEJO DE EQUIPOS	LAE-TU013
	TURBIDIMETRO	VERSION 00
		FECHA: 27-07-05
		PAGINA 1 DE 4

Y en la siguiente el nombre del proceso, la versión, la fecha de elaboración y en la última celda página X de Y, para las fichas, registro e instructivos, éste último ítem no aplica.

El pie de página está conformado por una tabla de 3 filas las cuales contienen, en orden, el nombre de la universidad, la facultad - departamento de ingeniería ambiental y el nombre del laboratorio.

Para POE's de técnicas analíticas, luego del encabezado, aparece el título de la prueba, versión, copia, el nombre de la persona que elaboró el documento, en la siguiente celda el nombre de la persona que lo revisó y en la tercera fila, la persona que lo aprobó, con sus respectivas fechas.

2.1. PROTOCOLO DE ELABORACION DE LOS POE

Nota: Los POE's para cada uno de los parámetros objeto de este proyecto, se encuentran en el **Anexo 1**.

El texto del POE se escribió de forma clara y concisa, fácilmente entendible para una persona que maneje el concepto general y del proceso. Los procedimientos se escribieron de forma tal, que describen paso a paso las actividades a realizar en orden cronológico. Se utiliza el modo imperativo y el tiempo presente, empleando expresiones como: registre, prenda, caliente, adicione, pese, etc.

En algunos casos un POE hace referencia a otros POE, pero de manera general toda la información necesaria está consignada dentro del mismo.

Se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

- **Sección procedimental**

Incluye los siguientes ítems, siempre y cuando apliquen al procedimiento que describe el POE:

PORTADA: tal y como se indica en el inicio del POE.

CONTENIDO: conforme a lo descrito en el desarrollo del POE.

INTRODUCCIÓN: se escribe el campo de aplicación específico del método en el laboratorio. Se realiza un resumen en un párrafo del fundamento del método.

OBJETIVO: describe la utilidad del equipo.

DEFINICIONES: se escribe el significado de las notaciones especializadas que se utilizan en el POE.

ASPECTOS DE SALUD Y SEGURIDAD LABORAL: se describe los posibles riesgos en cuanto a seguridad laboral asociados con el procedimiento en mención y cualquier precaución que se deba tener en cuenta. Se remite al usuario a los documentos de seguridad cuando la manipulación de sustancias peligrosas así lo requieran.

LIMITACIONES E INTERFERENCIAS: se describe las interferencias que puedan afectar significativamente los resultados y las formas para eliminarlos.

RESULTADOS DE LA VALIDACIÓN DEL MÉTODO: se presenta en una tabla los resultados obtenidos de la validación del método en el laboratorio.

TOMA, PRESERVACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE MUESTRAS: se escribe el tipo de recipiente a utilizar en la toma de muestra, el material, volumen, marca y referencia, si se tienen. Se señala como realizar la preservación de la muestra o si por el contrario no requiere preservación. De

igual manera se indica la cantidad de muestra requerida para el análisis, el tiempo máximo y las condiciones de almacenamiento, así como cualquier posible pretratamiento de la muestra.

EQUIPOS, REACTIVOS Y MATERIALES:

Equipos: se realiza una descripción de la instrumentación analítica a utilizar con su descripción en cuanto a marca, modelo y condiciones específicas de uso, al igual que las condiciones ambientales específicas, si es el caso, para obtener resultados óptimos

Reactivos: especifica los solventes, reactivos y soluciones patrón con sus respectivas calidades, al igual que la vida útil de soluciones y los requerimientos especiales de almacenamiento.

Materiales: hace referencia a toda clase de material presente en los POE's y en especial a material volumétrico, con sus respectivas características específicas que puedan dar lugar a dudas.

PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA DEL MATERIA: PARA EFECTUAR EL ANÁLISIS: describe de forma somera, ya que existe un procedimiento específico en el instructivo de lavado de material.

PROCEDIMIENTO DE PREPARACIÓN DE ESTÁNDARES: LAS SOLUCIONES PATRÓN : cita las especificaciones para la preparación de patrones para calibración y control.

PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS: de manera cronológica describe cada uno de los pasos requeridos para la realización del análisis desde la recepción de la muestra en el laboratorio hasta la entrega de los resultados. Se escribe los análisis por muestras a analizar consecutivamente incluyendo patrones de control y blancos. Se especificó algunos criterios para hacer diluciones necesarias y se planteó la forma y ecuaciones para el cálculo de resultados. Se realiza diagramas que ejemplifican el procedimiento de análisis.

Además se realizaron formatos en donde se debe almacenar la información recogida en el momento de la realización de las pruebas, dichos formatos se encuentran en el **Anexo 2** y está elaborados en base a NORMA ISO 9000:2000, adoptada por el laboratorio de la Universidad Libre.

3. PROTOCOLO DE FUNCIONAMIENTO DE EQUIPOS

Nota: Los equipos a los cuales se les diseño un protocolo de funcionamiento por estar ligados a los POE's, se encuentran en el **Anexo 3**.

Para la elaboración de estos protocolos se tomaron en cuenta equipos que están incluidos en los POE's, pues el manejo de estos es parte fundamental en el éxito de las pruebas de laboratorio.

En la práctica algunos equipos hacen parte de varios procedimientos, es por eso que existe una sección en cada uno de estos, para conectarlos entre si, además, como se encuentran referenciados, con la codificación respectiva, es solo remitirse ya sea procedimiento o formato.

También existen equipos que no se mencionan pero se les realizó el protocolo por ser una alternativa, en procesos que están inmersos en el análisis de aguas.

Es importante tener en cuenta la especificaciones de cada equipo, por esto se realizaron fichas técnicas que provean al usuario una visión rápida y precisa del equipo que está manejando (**Anexo 4**) y así no se de mal uso en el momento de operarlo.

Para ello se diseñó una ficha la cual se diligencia, con ayuda de los manuales y catálogos entregados por el distribuidor y se encuentra estructurada de la siguiente forma:

	UNIVERSIDAD LIBRE DE COLOMBIA LABORATORIO DE AGUAS - INGENIERIA AMBIENTAL			VERSIÓN 0	
				Elaborado por:	Ruby Diaz Nury Vanegas
	FICHA TÉCNICA			Fecha Elaboración:	Julio-2005
CODIGO	LAE - DE003	INVENTARIO	51990	FECHA DE COMPRA:	
EQUIPO	Desionizador				
MODELO	B - PURE	FABRICANTE	BARNSTEAD		
SERIE	583011085911	DISTRIBUIDOR			
MANTENIMIENTO REALIZADO POR:					
MANUALES DISPONIBLES		<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	UBICACIÓN	
FUNCIONAMIENTO		BUENO		CAMPO DE APLICACIÓN	AGUA
VOLTAJE	120 V / 240 V	ACCESORIOS: Tablero digital, Llave plástica de salida, 2 jarras plásticas, 2 resinas 0,832 izquierda y derecha.			
POTENCIA					
CAPACIDAD MÁXIMA		APROBADO		REVISO	

El texto del POE se escribió de forma clara y concisa, fácilmente entendible para una persona que maneje el concepto general y del proceso. Los procedimientos se escribieron de forma tal, que describen paso a paso las actividades a realizar en orden cronológico. Se utiliza el modo imperativo y el tiempo presente, empleando expresiones como: registre, prenda, caliente, adicione, pese, etc.

La manipulación de los equipos debe hacerse siempre de forma precisa y se debe tener un conocimiento previo de su funcionamiento , por esto es importante la lectura del procedimiento de manejo previo al análisis de las muestras, además se debe tener en cuenta los mantenimientos realizados periódicamente, para ello se realizó el formato de registro (**Anexo 5**).

El procedimiento de manejo incluye:

ENCABEZADO: Se identifica el equipo por su nombre y código asignado, se menciona que versión de protocolo es, ya que estos documentos están sujetos a algún cambio que se considere necesario, el logotipo de la Universidad Libre y el número de páginas que contiene el protocolo.

OBJETIVO Y APLICABILIDAD: la utilidad del equipo y cual es su aplicación.

PRINCIPIO: indica cual es la base de funcionamiento del equipo.

ESPECIFICACIONES: características generales, encontradas en el manual de operación.

DEFINICIONES: se escribe el significado de las notaciones especializadas que se utilizan en el POE.

POES RELACIONADOS: procedimientos que tiene relación y/o necesitan el equipo para realizar el análisis físico - químico.

INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD: recomendaciones de manejo del equipo, que deben seguirse detalladamente, pues de esto depende realizar una buena práctica, con resultados objetivos y sin necesidad de una repercusión física en el personal del laboratorio.

OPERACIÓN :

Componentes y Accesorios: una descripción general de las partes que contiene el equipo.

Reactivos: reactivos a utilizar para el funcionamiento del equipo.

Precauciones: recomendaciones de manejo.

Exactitud: datos de precisión que puedan ayudar a mantener estándares mínimos.

CALIBRACIÓN Y AJUSTE: la metodología empleada para realizar la calibración del equipo y los posibles ajustes que hubieran, si fuera el caso.

MEDICIÓN: en esta parte se dan a conocer los pasos principales para el manejo adecuado del equipo relacionada con el buen funcionamiento en el momento de realizar una práctica. La calibración periódica que se le debe hacer al equipo no se tiene en cuenta en este protocolo ya que esta parte le compete al proveedor o técnico especializado. La parte de manejo de los menús y traslados de datos al computador se recomienda remitirse al manual.

CHEQUEO: Como se realiza la verificación y comprobación del estado.

MANTENIMIENTO: como se debe realizar la limpieza y el mantenimiento periódico.

LIBRO DE REGISTRO: Ubicación del procedimiento de manejo.

REFERENCIAS: Datos del manual y/o libros utilizados para completar los requerimientos de los equipos.

Se realizó un inventario inicial con equipos, materiales y reactivos, de acuerdo con los POE's para realización de las pruebas, algunos de estos no se encontraban, esto dificultó la realización de las pruebas y por ende su validación. Sin embargo, los procedimientos que se validaron en el laboratorio de la universidad, dieron como resultado la obtención de valores satisfactorios, observando así que los procedimientos son correctos y que las modificaciones que se puedan realizar a estos serán debido a las condiciones específicas que existan en el momento de análisis.

4. CONCLUSIONES

- ✎ El planteamiento hipotético se enfocó correctamente, pues al documentar e implementar los procedimientos de operación estándar de los parámetros físico-químicos se obtuvieron resultados confiables y representativos de los métodos que fueron validados durante el desarrollo del proyecto; dichos resultados basados en los protocolos del Standard Métodos 19 edición de 1995.
- ✎ La documentación de los parámetros se realizó, considerando aspectos que fueran de vital utilidad y fácil comprensión tanto para el guía del laboratorio como para el estudiante.
- ✎ Al documentar cada uno de los parámetros elegidos, se permitió profundizar y aclarar conceptos acerca de los procedimientos físico-químicos empleados para el análisis de calidad de aguas.
- ✎ Se realizaron modificaciones de los POE's basados en el Standard Methods, para adaptarlas a las características que presenta en la actualidad el Laboratorio de análisis de aguas de la Universidad Libre.
- ✎ Se realizó la codificación de cada uno de los parámetros elegidos de forma que se permita la rápida identificación.

- ✎ Al realizar las prácticas se corrobora de manera práctica el POE permitiendo efectuar los ajustes respectivos y obtener métodos aplicables a la realidad.
- ✎ El éxito de los procedimientos de operación estándar puede depender de factores como lo es la toma de muestra, transporte, almacenamiento de la misma y de la metodología empleada al momento de realizar el análisis de calidad. Siendo este último un proceso en el cual se debe cumplir con todos los requisitos del POE, ya que si no es así se da lugar a las interpretaciones erróneas sobre las características de la muestra en estudio.
- ✎ Algunos de los procedimientos de operación estándar no se pueden llevar a cabo por la inexistencia de reactivos y materiales.
- ✎ Los POE's están diseñados para el análisis de varios tipos de calidad de aguas, como industrial y doméstico.
- ✎ Se realizó la identificación de los equipos destinados a conformar el laboratorio de aguas del departamento de ingeniería ambiental. Esto permitió reconocer que solo se cuenta con un único manual de funcionamiento y calibración por equipo, el cual es entregado por el proveedor al momento de la compra.
- ✎ Algunos de estos manuales de operación de los equipos se encontraban en otro idioma como inglés y alemán dificultando la comprensión y por ende el buen manejo de estos, por parte de la persona que lo utiliza.
- ✎ Con los equipos existentes se puede realizar análisis de laboratorio de aguas tanto residuales como potables.

- ✎ El proceso metodológico empleado en el desarrollo del proyecto permitió generar documentos acordes a los servicios que está en capacidad de prestar el laboratorio de análisis de aguas de la Universidad Libre.
- ✎ Algunos POE tienen un mayor grado de complejidad por lo tanto requieren especificaciones, como reactivos y materiales más complejos y deben ser suministrados por la universidad para su desarrollo.
- ✎ Los procedimientos diseñados servirán de apoyo práctico a las asignaturas teóricas sobre el manejo de agua potable y residual.
- ✎ El personal del laboratorio conoce el funcionamiento de los equipos que más son utilizados, ya sea por el conocimiento del manual o por la capacitación brindada por el proveedor
- ✎ El inventario de equipos reportado en el laboratorio no ha sido actualizado.
- ✎ En general la mayoría de los equipos se encuentran en buen estado.
- ✎ La mayoría de los equipos no se les ha realizado el mantenimiento respectivo, además se encontró que en algunos casos hacen falta partes de estos, para su completo funcionamiento.
- ✎ Se establecieron formatos de equipos y formatos de determinación de los parámetros elegidos.
- ✎ Se elaboró la ficha técnica de cada uno de los equipos relacionados en el inventario general del proyecto, en la cual se conoce las especificaciones técnicas del equipo y el último mantenimiento que se le realizó, de manera que se dé buen uso del equipo en el momento de su utilización.

5. RECOMENDACIONES

- ✕ Se hace necesario para la realización de los procedimientos contar con todos los equipos, materiales y reactivos. Para tal fin se sugiere que exista un procedimiento sistemático entre el laboratorio y la universidad para que exista rotación de reactivos, materiales y compra de equipos.
- ✕ Realizar copias de seguridad de los manuales originales.
- ✕ En el procedimiento del potenciómetro se recomienda fijar el volumen de la solución Buffer a utilizar para evitar el gasto innecesario de los reactivos.
- ✕ En el procedimiento del desionizador es conveniente tener una bomba para que exista reflujo y no haya desperdicio de agua, como en la actualidad.
- ✕ El personal del laboratorio debe ser calificado y debe ser instruido en el manejo de equipos, uso de reactivos y sus respectivas normas de seguridad.
- ✕ Se recomienda que el docente encargado de la prueba o el estudiante haya realizado una minuciosa lectura de los POE y los PE antes de realizar los respectivos análisis de calidad.
- ✕ Equipos como la mufla o el termoreactor que levantan altas temperaturas rápidamente y por tiempos prolongados, deben ser apagados y

desconectados, solo cuando la temperatura dentro del equipo se regule con la temperatura ambiente.

- ✎ Se sugiere que el personal del laboratorio sea el responsable de asegurarse que toda esta documentación sea debidamente controlada.
- ✎ Es importante que al momento de preparar soluciones estándar, diluciones, entre otras, se tenga presente que al realizarlas, todos los reactivos se deben verter sobre el agua y no viceversa puesto que se podrían generar reacciones exotérmicas o explosiones.
- ✎ Es importante contar con material de trabajo práctico para el desarrollo de los procedimientos; elementos como cinta para marcar frascos, lápiz de cera para vidrio, cuaderno de notas, podrían ser de gran ayuda.
- ✎ Se requiere que el laboratorio tenga y ejecute un plan sistemático de mantenimiento de los equipos, de manera que no se presenten limitaciones en el trabajo por falta de insumos o repuestos adecuados, y que ante cualquier falla se pueda recurrir al servicio de revisión y diagnóstico especializado.
- ✎ Modificar y actualizar el proceso de validación de métodos POE de manera que se vuelva un procedimiento sencillo, en la que cada validación sea complementada con la información recolectada.
- ✎ Los POE deben ser utilizados por una persona con conocimientos previos en el proceso a aplicar y/o con una experiencia dada, talque pueda reproducir satisfactoriamente el procedimiento o actividad a realizar, sin dar lugar a múltiples interpretaciones y así garantizar un uso fácil y eficiente.

- ✎ Cada POE debería ser revisado una vez al año y como mínimo cada dos años.
- ✎ Los equipos y materiales deberán ser utilizados de acuerdo con los POE's, y debe existir un seguimiento por parte de la persona responsable del laboratorio; de ésta forma se asegura que los materiales que se utilicen dentro de la práctica sean los necesarios y adecuados para el buen funcionamiento de los equipos y los resultados en estas practicas sean los esperados.
- ✎ Las fichas y formatos deberán estar en medio magnetico, para facilitar el manejo de la información, en el momento que se necesite realizar alguna modificación a las fichas técnicas y mantener actualizado la ficha de seguimiento de cada equipo.
- ✎ Los POE's y PE deberán estar en un lugar asequible para las personas que realizaran de las prácticas y harán uso de los respectivos equipos.
- ✎ El mantenimiento y/o las reparaciones de los equipos deberán ser realizadas exclusivamente por organizaciones de nivel requerido.
- ✎ Se recomienda emplear los formatos de determinación de parámetros para que exista un registro de control y exista claridad en la recolección de los datos, remitiéndose a la explicación de los cálculos y expresión de resultados que contiene el POE.
- ✎ Se recomienda programar cursos de capacitación de manejo de equipos por parte de los proveedores, dirigidos a los usuarios del laboratorio.
- ✎ Diseñar los protocolos de seguridad ocupacional dentro de las instalaciones del laboratorio.

BIBLIOGRAFIA

APHA, AWWA, WEF. Edición 19, 1995. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association 1015.

SEOÁNEZ CALVO, Mariano. Segunda Edición. El Gran Diccionario del Medio Ambiente y de la Contaminación.

APHA, AWWA, WPCF. 1995. Standard methods for the examination of water and wastewater. 19th Edition.

_____ 1999. Protocolos Analíticos para agua. CAR. Primera Edición. Bogotá

TCHOBANOGLOUS, George y otros. 2000. Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones. MacGrawHill.

ROMERO ROJAS, Jairo. 1994. Acuitratamiento por lagunas de estabilización. Ed. Escuela Colombiana de Ingeniería.

Hettich, A. 2001. Hettich Zentrifugen, Instrucciones de Operación de la Centrífuga ROTOFIX 32.

HACH. 2002. Manual para el usuario del Conductímetro Co150. Barnstead Termoline Corporation.

Schott Gerate. Manual el destilador

_____ Produquímica Colombia S.A. 1999. Instructivo Floculador.

_____ Merck. 1999. Manual del Fotómetro.

Merck Colombia S.A., Manual de Operación y Reparación. "Horno FB 1300".
Barnstead/Thermolyne Corporation.

Barnstead Thermolyne. Mufla. U.S.A

WTW. Wissenschaftlich Technische Werkstätten Gmbh & Co. Manual del Inolab
Level 3. Alemania. 2002

_____ Schott. WTW. Merck S.A. 1998. Manual de operación y
mantenimiento del OxiTop.

_____ Manual del microprocesador de medición de valor - pH CG 840 B

WTW. Wissenschaftlich Technische Werkstätten Gmbh & Co. 2002. Manual
Potenciómetro. Alemania. 2002

_____ Schott. 1998. Manual del microprocesador de medición de valor - pH CG
840 B,

_____ Merck KgaA. Manual de operación del termoreactor.

_____ MANUAL DEL USUARIO TURBIDIMETRO DRT 100B RESERARCH.

INFOGRAFÍA

<http://www.ideam.gov.co/diccio.asp>

<http://www.awwa.org/>
www.standardmethods.org
<http://gemini.udistrital.edu.co>